

# СИСТЕМА ОПРЕДЕЛЕНИЯ КООРДИНАТ РАДИОМАЯКОВ ПРИ АВАРИИ НА НЕФТЕ- ГАЗОПРОВОДАХ КОМБИНИРОВАННЫМ РАЗНОСТНО-ДОПЛЕРОВСКИМ МЕТОДОМ FDOA И РАЗНОСТНО- ДАЛЬНОМЕРНЫМ МЕТОДОМ TDOA С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ ВЕЙВЛЕТ СЖАТИЯ ИНФОРМАЦИИ

В.А. Тихонов, А.М. Голиков (научный руководитель)

*Томский государственный университет систем управления и радиоэлектроники (ТУСУР)*  
634050, г. Томск, пр. Ленина, 40, ТУСУР  
E-mail: rts2\_golikov@mail.ru

Магистральные нефте- газопроводы требуют сложных систем контроля за их состоянием. Оперативное обнаружения места аварии, включая подводную часть, возможно с использованием разностно-дальномерных методов радиолокации (FDOA и TDOA). Они позволяют произвести спутниковый мониторинг магистрального нефте- газопровода одновременно на всей его протяженности. Методы TDOA и FDOA используются для определения источников радиоизлучения (ИРИ). Разместив вдоль нефте- газопроводов "маяки" - ИРИ можно оперативно с высокой точностью определять место аварии на протяжении всего магистрального нефте- газопровода.

Первоначально задача исследования сформулирована следующим образом: «Проектирование системы определения координат источников радиоизлучения комбинированным разностно-доплеровским методом FDOA и разностно-дальномерным методом TDOA с использованием вейвлет сжатия информации» Необходимо системно подойти к решению поставленной задачи, для этого требуется составить модель исследования.

На основании данной модели определены: **Предмет исследования** – Защищенная многопозиционная система определения координат источников СВЧ; **Цель** – Проектирование защищенной многопозиционной системы определения координат источников СВЧ излучения; **Задача** – Применение вейвлет-преобразования для улучшения качества определения координат источников СВЧ излучения; **Средства:** Знания, умения, навыки, научно-исследовательская литература, данные с открытых источников.

Определение координат источников СВЧ излучения является предметом активных исследований научных коллективов и ученых. В последнее время появляются новые гибридные методы определения координат СВЧ излучения в том числе в виде комбинации методов FDOA и TDOA [1, 2].

В TDOA методе измеряется время прихода РЧ сигнала в несколько точек пространства, и для каждого приемника сравнивается разность во времени прихода. Традиционный подход к оценке TDOA заключается в вычислении взаимной корреляции одного сигнала, поступающего в два приемника. Оценка TDOA является задержкой, которая соответствует максимуму функции взаимной корреляции. Зная местоположение каждого приемника, можно найти оценку местоположения источника излучения при условии, что все приемники синхронизированы по времени. В качестве дополнения к линии пеленга (LoB), используемой в системе AOA, служит линия постоянной разницы во времени прихода, называемая изохроной или линией положения (LoP).

Разница частоты прихода (FDOA) – это один из эффективных методов определения местоположения передатчика в движении или определения местоположения передатчик с помощью мобильной станции радиоконтроля, в частотности расположенной на борту воздушного судна. Иногда быстрое разделение сигналов от разных антенн приемной антенной решетки радиоконтроля характеризуется такой же эффективностью, что и относительное движение передатчика

и станции радиоконтроля. Это относительное движение дает разные доплеровские сдвиги, которые могут использоваться для расчета местоположения передатчика, если известны векторные скорости. TDOA и FDOA иногда используются совместно для повышения точности определения местоположения передатчика, и полученные оценки являются довольно независимыми. Объединяя измерения TDOA и FDOA, может быть выполнена мгновенная геолокация в двух измерениях.

Использование вейвлет преобразования позволяет увеличить экономичность и точность определения координат что показано в работах Марка Фаулера [3]. В частности, разработанный алгоритм с использованием вейвлет преобразования увеличивает точность приема в 5 раз относительно средне-квадратичной ошибки. Подход Фаулера заключается не только в оценке среднеквадратичной ошибки, но так же в работе с информацией Фишера.

На рисунке 2 приведены данные из работ Фаулера подтверждающие эффективность использования вейвлет преобразования [3].

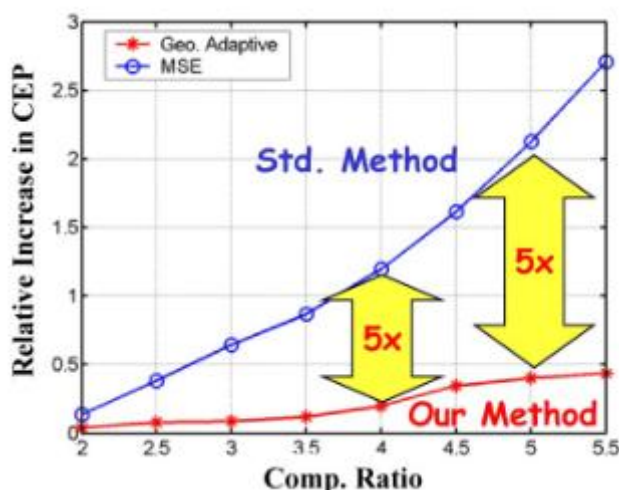


Рис. 2. Эффективность метода Фаулера

Благодаря развитию технологий в современном мире остро стоит вопрос высокоточного определения координат СВЧ излучения. Высокоточные методы открывают широкий спектр возможностей для развития технологий как в гражданской так и в военной отрасли, которые являются неотъемлемой частью развития современного государства. Нефте- газопроводы, как наиболее ценные промышленные объекты большой протяженности, требуют надежных высокоточных систем контроля, а на магистральных трубопроводах спутниковых систем FDOA и TDOA.

## ЛИТЕРАТУРА

1. Конаков А.С. Сравнительный анализ среднеквадратической погрешности определения координат объекта в бесплатформенной инерциальной навигационной системе при использовании различных алгоритмов нелинейной фильтрации / Конаков А.С., Шаврин В.В., Тисленко В.И., Савин А.А // Доклады ТУСУР, 2012, т.1, №1, С. 5-9
2. Shevgunov T., Dubrovin A., Nikishov V., Next-Generation Landing System Based on Combined Passive Radar // XXXI General Assembly of the International Union of Radio Science (URSI GASS 2014), Beijing, China, Aug. 2014.
3. M. Chen and M. L. Fowler, Geometry-adaptive data compression for TDOA/FDOA location, Proc. IEEE ICASSP 2005, pp. 1069 – 1072, 2005.